

УДК 621.9

DOI: 10.30987/article_5c0f975532f039.91247226

А.В. Хандожко, А.Н. Щербаков, Л.А. Захаров

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС

Рассмотрен опыт проектирования современного автоматизированного оборудования для решения производственной задачи обработки изделий из пластмасс. Показаны возможности применения современных конструктивных модулей при про-

ектировании технологического станочного оборудования.

Ключевые слова: механическая обработка пластмасс, проектирование оборудования, модульность конструкции.

A.V. Khandozhko, A.N. Shcherbakov, L.A. Zakharov

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR PLASTIC PRODUCT MACHINING

In the paper there is presented an experience in research and development works on the improvement of techniques and equipment for plastic product machining with the aim of ensuring quality and accuracy parameters specified for the surfaces under machining.

The topicality of works execution is considered and the developments carried out are described. The potentialities of the application of modern design modules at designing technological machinery equipment

are shown.

As a result of a large complex of works carried out there was designed and manufactured an experimental model of an automated machine for the solution of a specific manufacturing problem. A utility model patent was obtained for an original structure of a cutting machine.

Key words: plastic machining, equipment design, design modularity.

Введение

В настоящее время в машиностроении и приборостроении все больше находят применение детали из неметаллических материалов, наиболее распространены из которых являются полимерные композиционные материалы, в частности пластмассы. Широкому внедрению пластмасс способствуют их хорошие эксплуатационные характеристики, высокие электротехнические свойства, прочность, коррозионная стойкость, незначительный шум при работе, высокий уровень производительности труда при изготовлении деталей из них и низкие эксплуатационные расходы. Диапазон применения пластмасс широк: их используют как конструкционные, электроизоляционные, теплоизоляционные, фрикционные, антифрикционные, радиотехнические материалы в узлах и механизмах машин и приборов.

Пластмассы – это неметаллические материалы, состав и технология получения которых отличны от состава и технологии получения металлов. Детали из пластмасс изготавливают литьем, прессованием, штам-

повкой, формованием. При этом изменяются их размеры и форма вследствие усадки материала при остывании. Для получения заданных размеров и форм деталей заготовки дополнительно подвергают механической обработке резанием. При этом во многих случаях к таким деталям предъявляются высокие требования по обеспечению параметров качества поверхностного слоя, а также точности форм и размеров обрабатываемых поверхностей [1].

Изучением вопросов механической обработки пластмасс резанием занимались разные зарубежные и отечественные ученые: А. Кобаяши, Б.П. Штучный, В.И. Дрожжин, Н.В. Везуб и др. Информация по обработке разных пластмасс, ранее наиболее распространенных в промышленности (стеклопластик, стеклотекстолит, текстолит, фторопласт, оргстекло и др.), встречается в литературе [2-6]. Однако технический прогресс порождает появление новых конструктивных материалов с комплексом новых свойств и технических характеристик. Новые материалы, с одной

стороны, открывают широкие возможности для реализации новых конструкторско-технологических решений в передовых отраслях промышленности, а с другой стороны, требуют наличия современных технологий и оборудования для обработки изделий из этих материалов. Так, появляющиеся в последнее время новые виды пластмасс со специальными эксплуатационными свойствами трудно отнести к предложенным группам обрабатываемости

Постановка цели и задач работы

Примером деталей, изготавливаемых из современных материалов – термопластмасс, являются изоляторы электрических соединителей.

Электрический соединитель (приборный разъем) – это электромеханическое

резанием. Это требует проведения дополнительных исследований и выработки новых рекомендаций по их обрабатываемости, разработки новых технологий и оборудования для обеспечения заданных параметров качества поверхностного слоя и точности форм и размеров обрабатываемых поверхностей. Перечисленные вопросы подчеркивают актуальность исследований в этом направлении.

устройство, предназначенное для механического соединения и разъединения вручную электрических цепей (проводов, кабелей, узлов и блоков) в различных видах электро- и радиоаппаратуры при выключенном источнике питания (рис. 1).

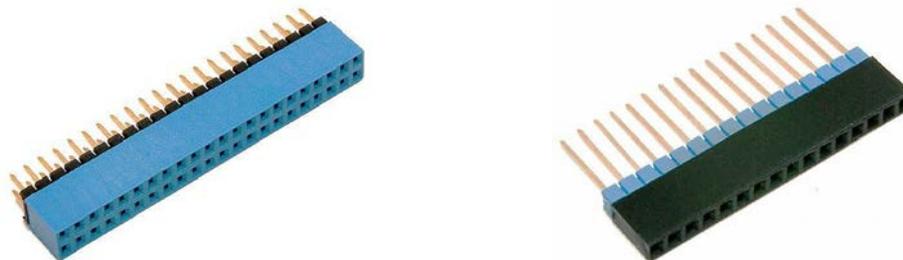


Рис. 1. Соединители электрические низкочастотные

Соединитель состоит из двух частей (контакт-деталей) – вилки с закрепленными в ней контактными штырями и розетки, содержащей контактные гнезда. Основными элементами конструкции электрических соединителей являются: контакт-детали, изоляторы, корпусные детали и зажимные элементы.

Изоляторы предназначены для создания электрической изоляции между отдельными контактами, а также между контактами и металлическим корпусом в заданных условиях работы электрического соединителя. Общий вид некоторых изоляторов представлен на рис. 2.

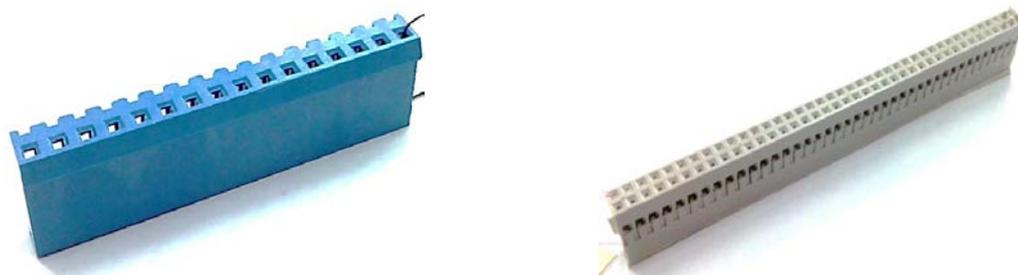


Рис. 2. Изоляторы для электрических соединителей

Широкая номенклатура выпускаемых электрических соединителей обуславливает выпуск большой гаммы изоляторов, отличающихся размерами, конструктивным

исполнением и используемыми материалами. Для изготовления изоляторов применяются следующие марки термопластмасс: Полиамид 66 конструкционный и

стеклонаполненный; Тексан АПК-2 черный; Лексан 3412R; Макролон-8030; ДСВ-2-Л и др. Данные изоляторы после выполнения заготовительной операции подвергаются механической обработке разрезанием с целью получения необходимого числа контактов в изоляторе электрического соединителя.

Механическую обработку изоляторов выполняют дисковыми фрезами на оборудовании, изготовленном собственными силами предприятия. Качество разрезанных изоляторов в большинстве случаев не соответствует требованиям по заданным параметрам шероховатости и точности. Проведенные предварительные исследования и анализ базовой технологии обработки изоляторов и используемого на разрезной операции оборудования позволили выявить ряд недостатков, приводящих к возникновению различных дефектов на обработанных поверхностях (сколы, вырывы и оплавления материала, большая и нестабильная величина заусенца, грубая шероховатость). Это требует дальнейшего выполнения слесарных операций по удалению брака, осуществляемых вручную, следствием чего являются низкая производительность, нестабильное качество и точность получаемых размеров и форм обработанных поверхностей изоляторов. Применение изоляторов из разных материалов с различными свойствами ведёт к дополнительной нестабильности формируемых параметров качества обработанных поверхностей. Всё это позволило сформулировать цель и задачи работы.

Цель работы – проведение научно-исследовательских и опытно-

Проектирование оборудования

На основе проведенных исследований и информационного поиска было выполнено обоснование основных технических характеристик проектируемого станка и определена его наиболее рациональная компоновка. При проектировании учитывались принципы патентоспособности и патентной чистоты конструкции изделия. Это позволило разработать новое оригинальное компоновочное решение станка для обработки изоляторов (рис. 3).

На основании (станине) 1 станка с левой стороны смонтирован привод попе-

конструкторских работ по совершенствованию технологии и оборудования для механической обработки изделий из пластмасс для обеспечения заданных параметров качества и точности обрабатываемых поверхностей.

Задачи работы:

1) провести информационный и патентный поиск материалов по изучаемым технологиям и оборудованию для обработки изделий аналогичного назначения;

2) спроектировать и изготовить лабораторное оборудование для проведения экспериментальных исследований по обработке образцов изоляторов;

3) провести экспериментальные исследования по установлению влияния условий обработки на формируемые параметры качества;

4) выполнить обработку результатов исследований и сформулировать рекомендации для совершенствования технологического процесса механической обработки изоляторов и проектирования необходимого оборудования;

5) спроектировать опытный образец автоматизированного станка и технологическую оснастку для реализации процесса механической обработки деталей изоляторов;

6) изготовить опытный образец автоматизированного станка и необходимую технологическую оснастку.

Для реализации поставленной цели и первых четырех задач был выполнен комплекс научно-исследовательских работ, основные результаты которых представлены в подготовленных публикациях [7; 8].

речных подач 2 с поперечными салазками. На салазках размещен привод главного движения 3 с инструментальной оснасткой 4. На основании с правой стороны смонтирован механизм продольных перемещений 5 с приспособлением 6 для закрепления заготовки изолятора. На данную компоновку был получен патент на полезную модель (RU № 168907 U1, «Специализированный отрезной станок»).

При проектировании станка были выполнены необходимые проектировочные и проверочные расчеты элементов

конструкции по основным критериям работоспособности. Это позволило определить основные размеры оригинальных элементов конструкции и комплектующих. При этом применялся агрегатно-модульный принцип конструирования машин, предполагающий широкое использование конструктивных унифицированных модулей, имеющих определённое функциональное назначение [9].

В качестве привода главного движения использован электрошпиндель, который позволяет обеспечить компактность конструкции. При помощи преобразователя частоты на электрошпинделе реализуется бесступенчатое регулирование скорости главного движения (резания) в зависимо-

сти от обрабатываемого материала изоляторов в широком диапазоне.

Для реализации привода поперечной подачи был применён готовый модуль линейных перемещений с комплектным сервоприводом. Такое решение также позволяет бесступенчато регулировать скорость подачи в широком диапазоне, обеспечивая требуемое качество реза.

Конструкции элементов приспособления, используемых для базирования заготовок электрических изоляторов различных типоразмеров, унифицированы и отсортированы по группам. Схема крепления приспособления клином позволяет реализовать модульность и быстроту конструкции при наладке станка (рис. 4).

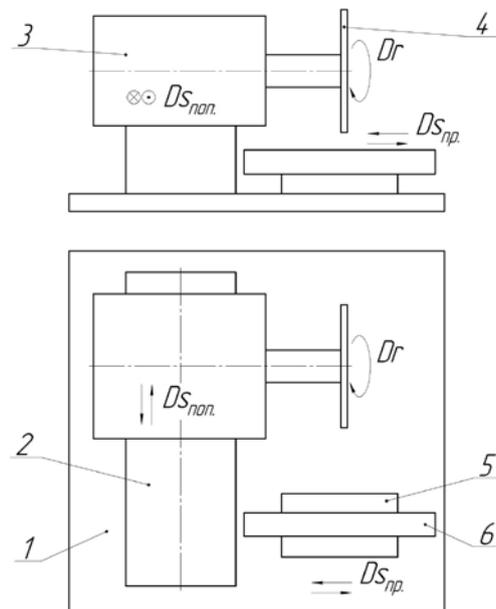


Рис. 3. Компонентная схема проектируемого станка:
1 – основание (станина); 2 – привод поперечных подач;
3 – привод главного движения; 4 – инструментальная оснастка; 5 – механизм продольных перемещений;
6 – приспособление с заготовкой изолятора

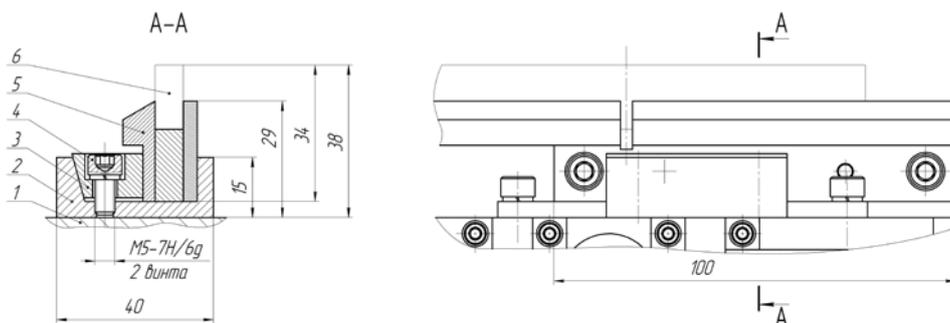


Рис. 4. Конструктивная схема крепления приспособления клином: 1 – верхний стол;
2 – основание приспособления; 3 – клин; 4 – крепёжные винты;
5 – приспособление; 6 – заготовка

Для компенсации погрешностей, возникающих в размерах заготовок изоляторов из-за неравномерной их усадки в пресс-форме при изготовлении, а также последующем базировании в приспособлении для резки, предусмотрен механизм продольных микроперемещений стола с заготовкой относительно инструмента. Данное перемещение реализуется с помощью микрометрического винта. Контроль перемещений стола с заготовкой обеспечивается с помощью датчика линейных перемещений, встроенного в конструкцию механизма. Для визуализации контролируемого перемещения используется уст-

ройство цифровой индикации.

Общий вид и фотография спроектированного и изготовленного станка для резки изоляторов из пластмасс представлены на рис. 5. Станок имеет широкие возможности по переналадке на обработку заготовок различных типоразмеров; позволяет настраивать скорости главного движения (резания) и подачи в широких диапазонах, что даёт возможность проведения дальнейших исследований по определению оптимальных режимов резания при резке изоляторов из различных материалов.

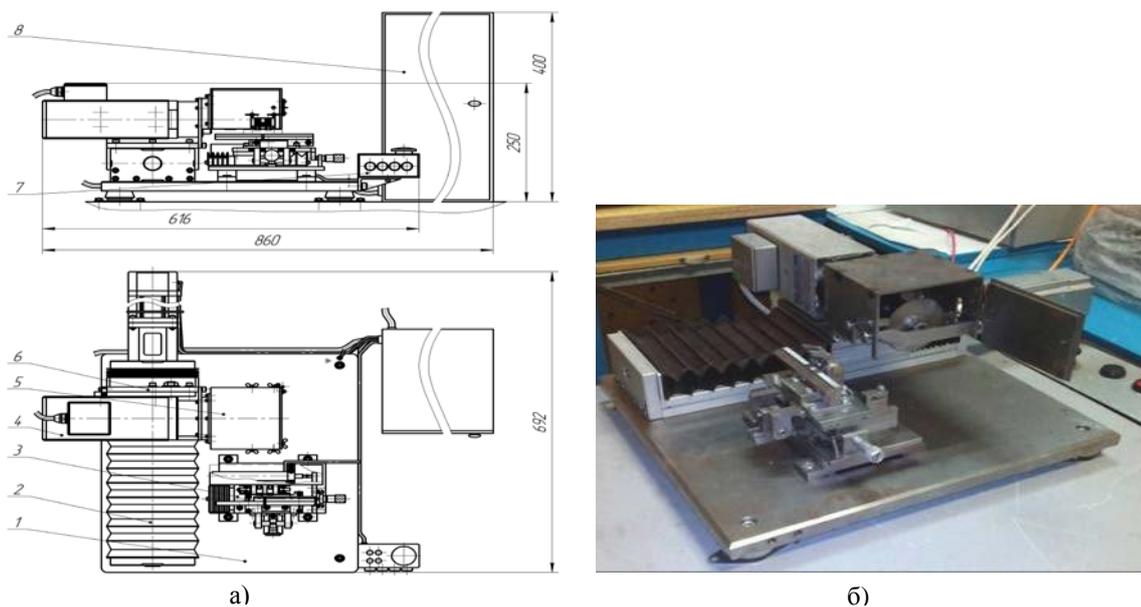


Рис. 5. Общий вид спроектированного станка: а – конструктивная схема (1 – основание (станина); 2 – модуль линейных перемещений (поперечных подач); 3 – механизм продольных микроперемещений с приспособлением и заготовкой; 4 – привод главного движения (электрошпиндель); 5 – защитный кожух; 6 – стойка; 7 – пульт управления станком; 8 – шкаф с электрооборудованием); б – фотография станка

Заключение

Применение спроектированного станка позволит обеспечить стабильность процесса резки изоляторов за счёт использования автоматической поперечной подачи вместо ручной, уменьшить объём ручных зачистных работ, повысив тем самым производительность процесса обработки и качество обработанных поверхно-

стей.

Представленный материал является примером решения задач конструкторско-технологического обеспечения заданных параметров качества и точности форм и размеров обрабатываемых поверхностей деталей машин и приборов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шварц, О. Переработка пластмасс / О. Шварц, Ф. Эбелинг, Б. Фурт; под общ. ред. А.Д. Паниматченко. – СПб.: Профессия, 2005. – 302 с.
2. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, норм износа и расхода резцов, сверл и фрез при обработке неметаллических конструк-

- ционных материалов (пластмасс) / А.Д. Локтев [и др.]. – М.: НИИмаш, 1982. – 145 с.
3. Кобаяши, А. Обработка пластмасс резанием / А. Кобаяши. – М.: Машиностроение, 1974. – 192 с.
4. Штучный, Б.П. Механическая обработка пласт-

- масс: справочник / Б.П. Штучный. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987. – 152 с.
5. Дрожжин, В.И. Физические особенности и закономерности процесса резания слоистых пластмасс: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / В.И. Дрожжин. – Киев, 1983. – 39 с.
 6. Вerezub, N.V. Научные основы высокоэффективных процессов механической обработки полимерных композитов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Н.В. Вerezub. – Харьков, 1995. – 43 с.
 7. Федонин, О.Н. Механическая обработка изделий из пластмасс / О.Н. Федонин, А.В. Хандожко, А.Н. Щербаков, Л.А. Захаров, Т.В. Гавриленко // Научно-технические технологии в машиностроении. – 2015. – № 6 (48). – С. 24-29.
 8. Handozhko, A.V. Features of plastics edge cutting machining / A.V. Handozhko, A.N. Shcherbakov, L.A. Zaharov, T.V. Gavrilenko / IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 124 (2016) 012155. – P. 1-6.
 9. Бушуев, В.В. Практика конструирования машин: справочник / В.В. Бушуев. – М.: Машиностроение, 2006. – 448 с. – (Б-ка конструктора).
 1. Schwarz, O. Plastic processing / O. Schwarz, F. Ebeling, B. Furt; under the general editorship of A.D. Panimatchenko. – S-Pb.: Profession, 2005. – pp. 302.
 2. *General Engineering Standards for Cutting Modes, Wear, and Consumption of Cutters, Drills and Mills at Processing Nonmetallic Structural Materials (Plastic)* / A.D. Loktev [et al.]. – M.: RImach, 1982. – pp. 145.
 3. Kobayashy, A. *Plastic Cutting* / A. Kobayashy. – M.: Mechanical Engineering, 1974. – pp. 192.
 4. Shtuchny, B.P. *Plastic Machining: reference book* / B.P. Shtuchny. – 2 Ed. revised and supplemented. – M.: Mechanical Engineering, 1987. – pp. 152.
 5. Drozhzhin, V.I. Physical peculiarities and regularities in laminated plastic cutting: *Author's Abstract of Thesis for Dr. Sc. Tech. Degree* / V.I. Drozhzhin. – Kiev, 1983. – pp. 39.
 6. Verezub, N.V. Scientific fundamentals of polymer composite efficient machining: *Author's Abstract of Thesis for Dr. Sc. Tech. Degree* / N.V. Verezub. – Kharkov, 1995. – pp. 43.
 7. Fedonin, O.N. Plastic Machining / O.N. Fedonin, A.V. Khandozhko, A.N. Shcherbakov, L.A. Zakharov, T.V. Gavrilenko // *Science Intensive Technologies in Mechanical Engineering*. – 2015. – No.6 (48). – pp. 24-29.
 8. Handozhko, A.V. Features of plastics edge cutting machining / A.V. Handozhko, A.N. Shcherbakov, L.A. Zaharov, T.V. Gavrilenko / IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 124 (2016) 012155. – P. 1-6.
 9. Bushuev, V.V. *Practice in Machine Design: reference book* / V.V. Bushuev. – M.: Mechanical Engineering, 2006. – pp. 448. - (Designer's Library).

Статья поступила в редакцию 20.09.18.

Рецензент: д.т.н., профессор Юго-Западного университета
Ивахненко А.Г.

Статья принята к публикации 12.11.18.

Сведения об авторах:

Хандожко Александр Владимирович, д.т.н., профессор кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Брянского государственного технического университета, тел. 8-929-023-01-23, e-mail: chandosh@yandex.ru.

Щербаков Андрей Николаевич, к.т.н., доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Брянского государственного технического

университета, тел. 8-903-868-96-33, e-mail: taiga78@list.ru.

Захаров Леонид Аркадьевич, к.т.н., доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Брянского государственного технического университета, тел. 8-919-299-62-46, e-mail: zakhleon@mail.ru.

Khandozhko Alexander Vladimirovich, Dr. Sc. Tech., Prof. of the Dep. "Machine-Tools and Tools", Bryansk State Technical University, e-mail: chandosh@yandex.ru.

Shcherbakov Andrey Nikolaevich, Can. Sc. Tech., Assistant Prof. of the Dep. "Machine-Tools and Tools",

Bryansk State Technical University, e-mail: taiga78@list.ru.

Zakharov Leonid Arkadievich, Can. Sc. Tech., Assistant Prof. of the Dep. "Machine-Tools and Tools", Bryansk State Technical University, e-mail: zakhleon@mail.ru.